

# **El Nuevo Mapa Metalogenético del Perú: Herramienta Esencial Para la Exploración Minera en el Perú**

**Dirección de Geología Económica y  
Prospección Minera**

**J. Quispe, J. Acosta, R. Rivera & V. Sánchez**

Lima, 30 de marzo de 2007

# CONTENIDO

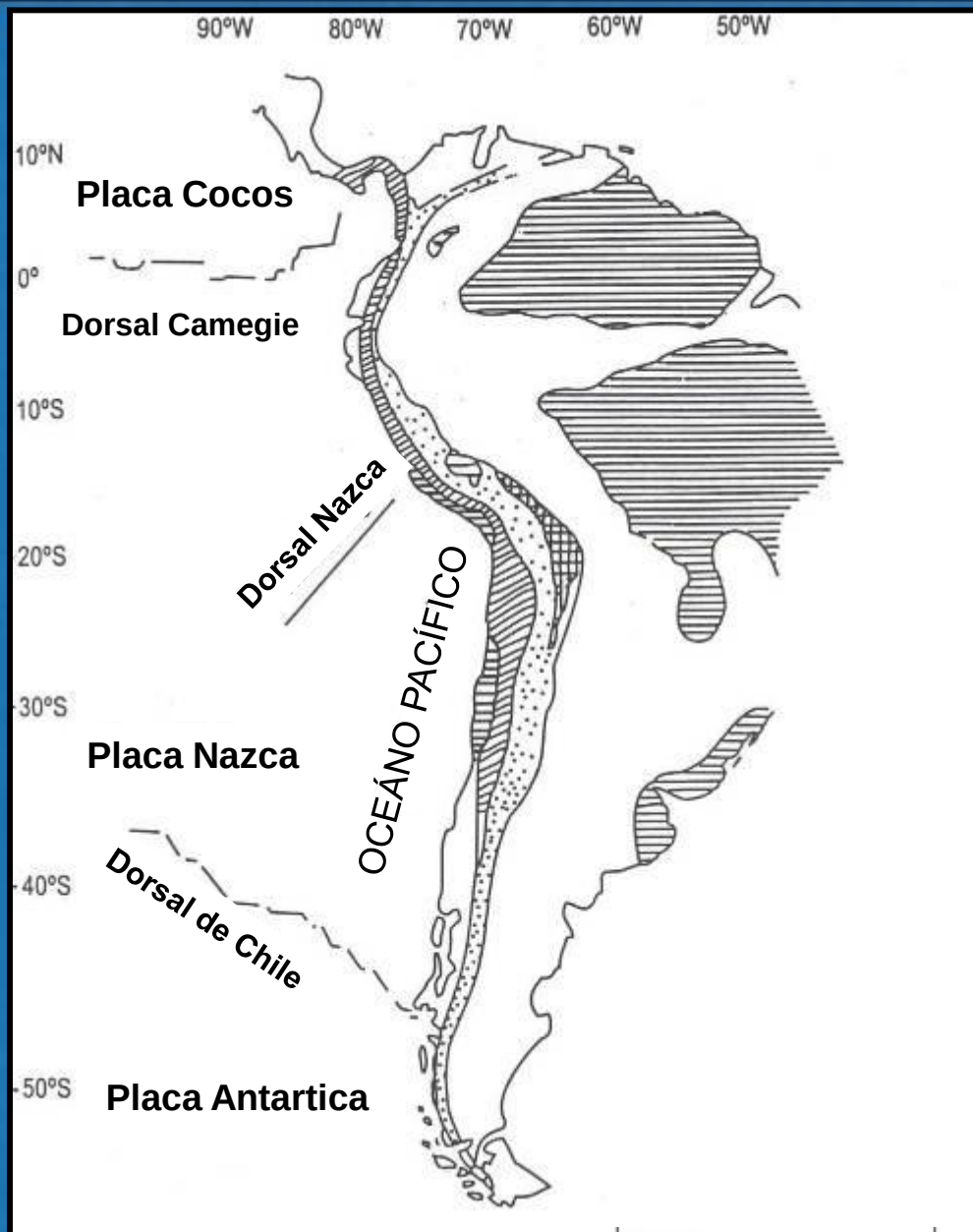
INTRODUCCIÓN: POTENCIAL MINERO DEL PERÚ Y LAS INVERSIONES MINERAS.

ANTECEDENTES DE MAPAS METALOGENÉTICOS DEL PERÚ

SISTEMATICA DE ELABORACIÓN DEL NUEVO MAPA METALOGENÉTICO DEL PERÚ

APLICACIONES PARA LA EXPLORACIÓN DE YACIMIENTOS METÁLICOS: SUR DEL PERÚ

CONCLUSIONES



# FRANJAS METÁLICAS RELACIONADAS A LA EVOLUCIÓN ANDINA

|  |             |
|--|-------------|
|  | Fe (Cu)     |
|  | Cu (Mo-Au)  |
|  | Cu-Pb-Zn-Ag |
|  | Sn(W-Ag-Bi) |

Referencias: Ericksen (1976),  
Malvicini & Llambias (1982),  
Petersen (1970), Sillitoe (1976)

# PERU: LIDER MUNDIAL EN PRODUCCION CONTINENTAL Y MUNDIAL

## Producción Minera - Ranking 2006

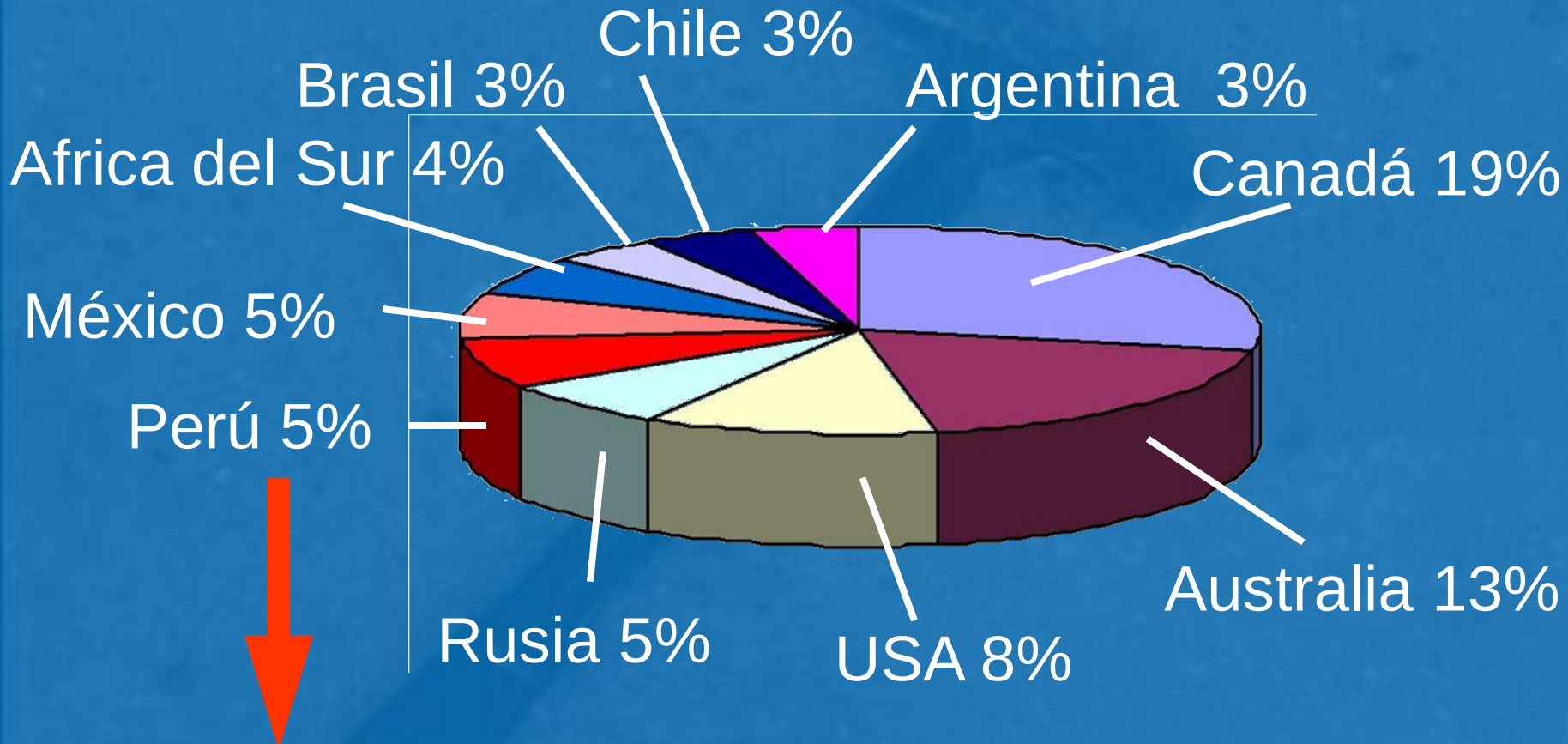
| Metales   | Mundial | Latinoamérica |
|-----------|---------|---------------|
| Cobre     | 3°      | 2°            |
| Oro       | 5°      | 1°            |
| Zinc      | 3°      | 1°            |
| Plata     | 1°      | 1°            |
| Plomo     | 4°      | 1°            |
| Estaño    | 3°      | 1°            |
| Molibdeno | 4°      | 2°            |

# PERU: PROVEEDOR MUNDIAL DE MINERALES DE CRECIENTE DEMANDA



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú - 2006

# INVERSIONES MINERAS EN EL MUNDO-2006



**2255 millones US\$**

Fuente: Proinversión-2006



# ANTECEDENTES DE MAPAS METALOGENÉTICOS DEL PERÚ



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS  
 DIRECCION GENERAL DE MINERIA  
 SERVICIO DE GEOLOGIA Y MINERIA  
**MAPA METALOGENICO DEL PERU**

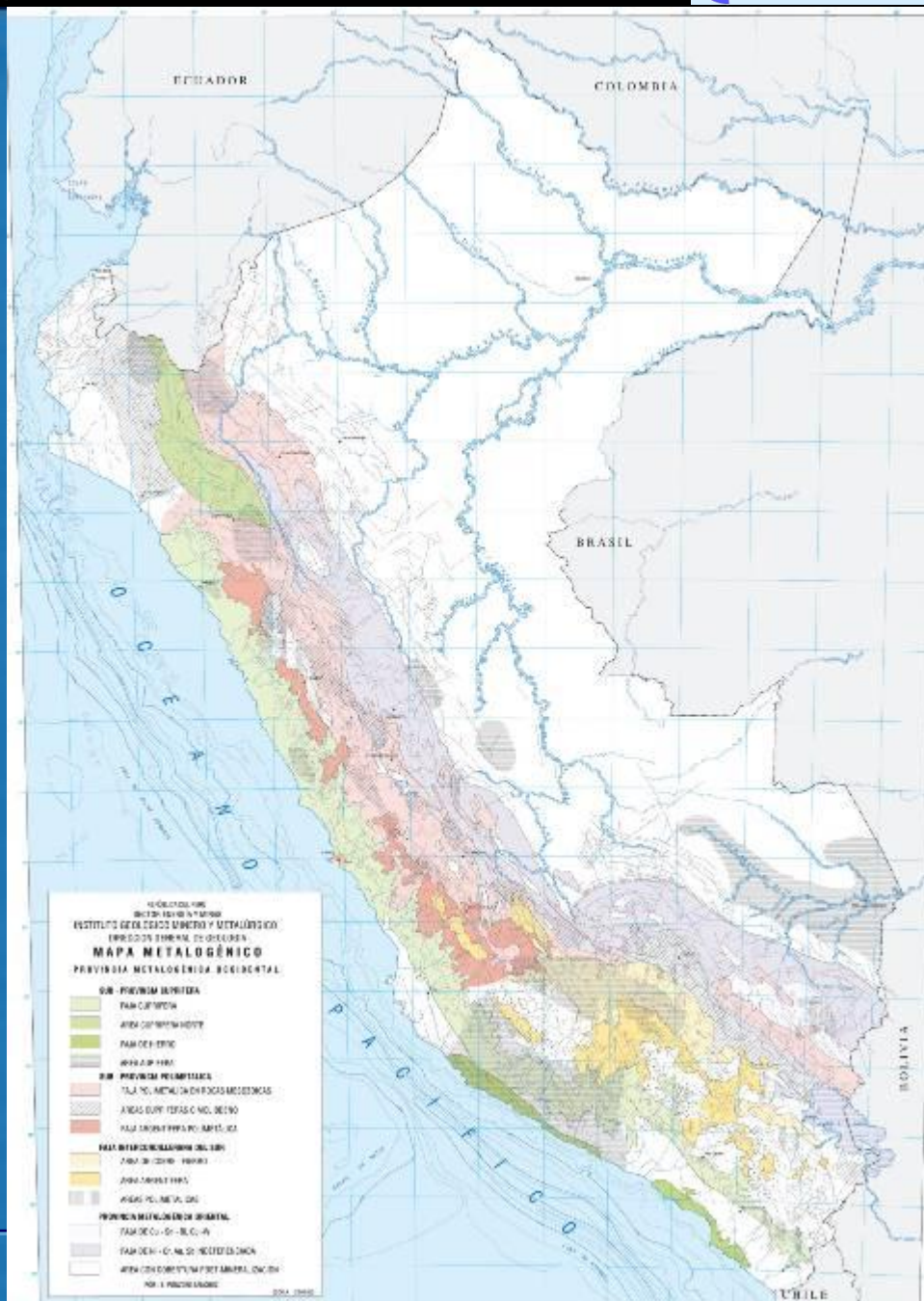
**Bellido, E.,  
 Girard, D.  
 & Paredes,  
 J. (1972)**

- AREAS DE FIERRO DE LA COSTA**
- 1 Paracas - Chala
  - 2 Mollendo - Tacna
- SUB-PROVINCIA CUPRIFERA DEL PACIFICO**
- 1 Area Chiclayo - Mala
  - 2 " Mala - Acari
  - 3 " Nazca - Ocoña
  - 4 " Cerro Verde - Toquepala
- SUB-PROVINCIA POLIMETALICA DEL ALTIPLANO**
- A3. MINERALIZACION EN ROCAS VOLCANICAS**
- 1 Area Cordillera Negra
  - 2 " Canta - Huarochiri
  - 3 " Castrovirreyna
  - 4 " Puquio - Caylloma
  - 5 " Condoroma - Palca
  - 6 " Santa Lucía
- B3. MINERALIZACION EN ROCAS SEDIMENTARIAS**
- 1 Area Michiquillay - Sinchao
  - 2 " Sayapullo - Antamina
  - 3 " Huallanca - Oyón
  - 4 " Cerro de Pasco
  - 5 " Huarón - Carhuacayán
  - 6 " Morococha - Yauricocha
  - 7 " Cercapuquio - Tinyacía
  - 8 " Andahuaylas - Yauri
  - 9 " Desaguadero
- PROVINCIA ANDINA ORIENTAL  
 (Paleozoico Mesozoica)**
- 1 Area Patá - Bulibuyo
  - 2 " Tapo - Ricrán
  - 3 " Concepción - Cobriza
  - 4 " Vitcabamba
  - 5 " Chimboya - Aricoma
  - 6 " Marcapata - Sandía
- MINERALIZACION EN METAMORFICOS  
 PRECAMBRIANOS**

- ASOCIACIONES MINERALOGICAS**
- Fierro
  - Cobre
  - Plomo, Zinc, Plata, Cobre, Cadmio
  - Oro
  - Oro y Plata
  - Plata
  - Tungsteno, Molibdeno, Estaño, Bismuto
  - Manganeso
  - Mercurio
  - Antimonio
  - Uranio, Vanadio
  - Cromo, Platino
  - Cobre, Niquel, Cobalto, Uranio
  - Pegmatita



# Ponzoni, E. (1982)



REPÚBLICA DEL PERÚ  
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
 DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA  
**MAPA METALOGÉNICO**  
 PROVINCIA METALOGÉNICA OCCIDENTAL

**SUB - PROVINCIA CUPRIFERA**

-  FAJA CUPRIFERA
-  AREA CUPRIFERA NORTE
-  FAJA DE HIERRO
-  AREA AURIFERA

**SUB - PROVINCIA POLIMETALICA**

-  FAJA POLIMETÁLICA EN ROCAS MESOZOICAS
-  AREAS CUPRIFERAS O MOLIBDENO
-  FAJA ARGENTÍFERA POLIMETÁLICA

**FAJA INTERCORDILLERANA DEL SUR**

-  AREA DE COBRE - FIERRO
-  AREA ARGENTÍFERA
-  AREAS POLIMETÁLICAS

**PROVINCIA METALOGÉNICA ORIENTAL**

-  FAJA DE Cu - Sn - Bi, Cu - W
-  FAJA DE Ni - Cr, Au, Sb INDEFERENCIADA
-  AREA CON COBERTURA POST-MINERALIZACION

POR : E. PONZONI SANCHEZ



# Canchaya, S., Aranda, A. & Guevara, T. (1999)

## UNIDADES LITO - TECTONICAS (Simplificadas)

Cuaternario



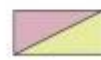
## REGIONES DE PLEGAMIENTO ANDINO

Cuencas marinas terciarias



Cuencas Continentales terciarias

Región Sub-Andina Plegada



Región Subandina con cobertura de plataforma

Volcánicos y sedimentos inter-montañosos



Post-tectónicos

Volcánicos tarditectónicos terciarios



Granitoides

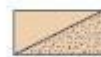
Sedimentos mesozoicos y miocenos post-tectónicos



Batolito andino y otros intrusivos

## REGIONES DE PLEGAMIENTO PALEOZOICO

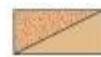
Rocas sedimentarias y metamórficas



Rocas intrusivas

## REGIONES DE PLEG. PRE-CAMBIANO

Rocas sedimentarias y metamórficas



Rocas intrusivas

## PRINCIPALES AREAS METALOGENICAS

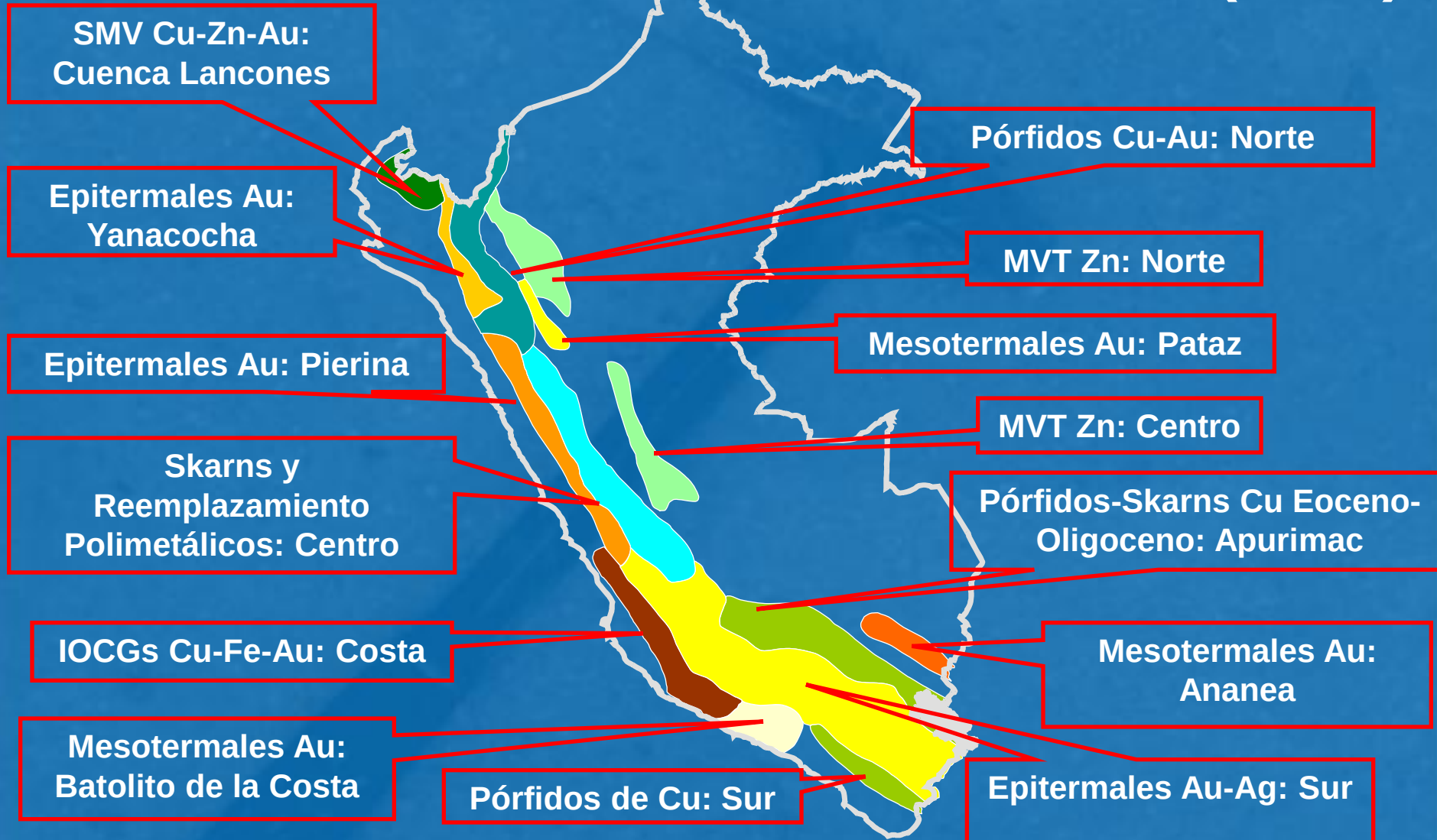
- 1 Franja cuprífera septentrional
- 2 Pataz - Buldibuyo
- 3 Sayapullo - Antamina
- 4 Franja polimetálica central
- 5 Castrovirreyna
- 6 Andahuaylas - Yauri
- 7 Chimboya - Aricoma
- 8 Puquio - Caylloma
- 9 Condoroma - Palca
- 10 Mala - Nazca
- 11 Paracas - Chala
- 12 Mollendo - Tacna
- 13 Nazca - Ocoña
- 14 Franja Cuprífera Meridional

## SIMBOLOGIA

- Falla Regional
- Limite de área metalogénica
- Áreas metalogénicas



# Cardozo, M. (2002)



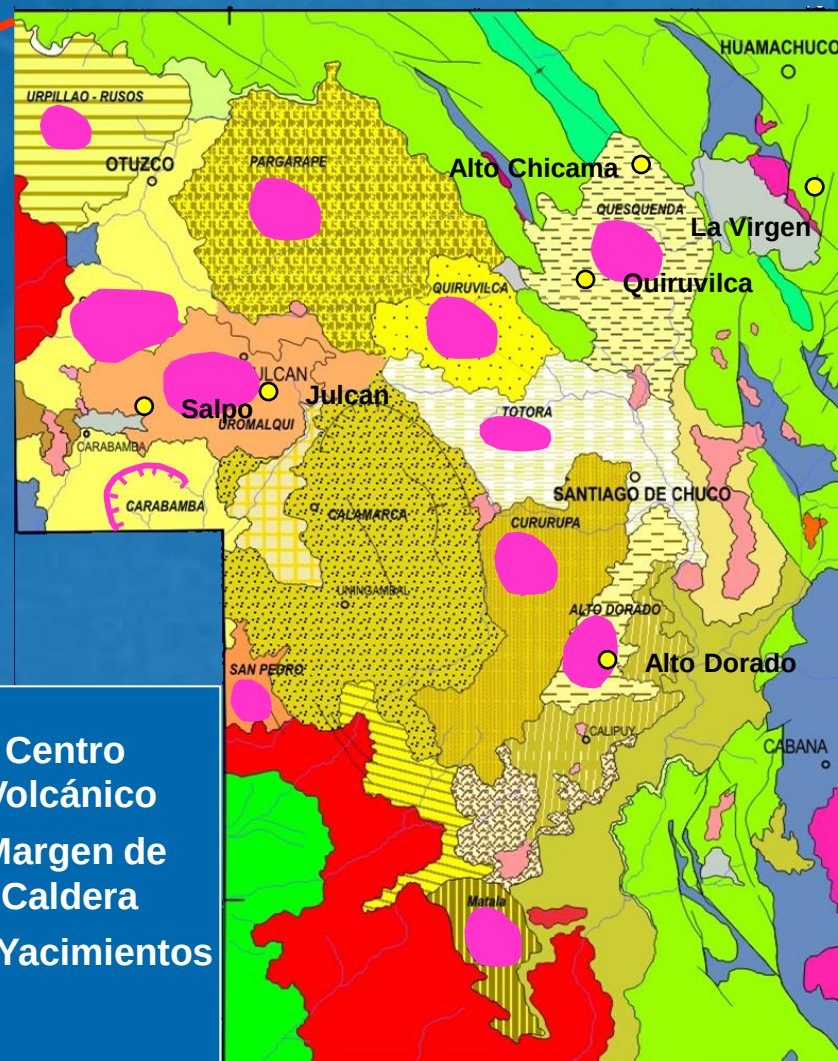
# NUEVO MAPA METALOGENÉTICO DEL PERÚ



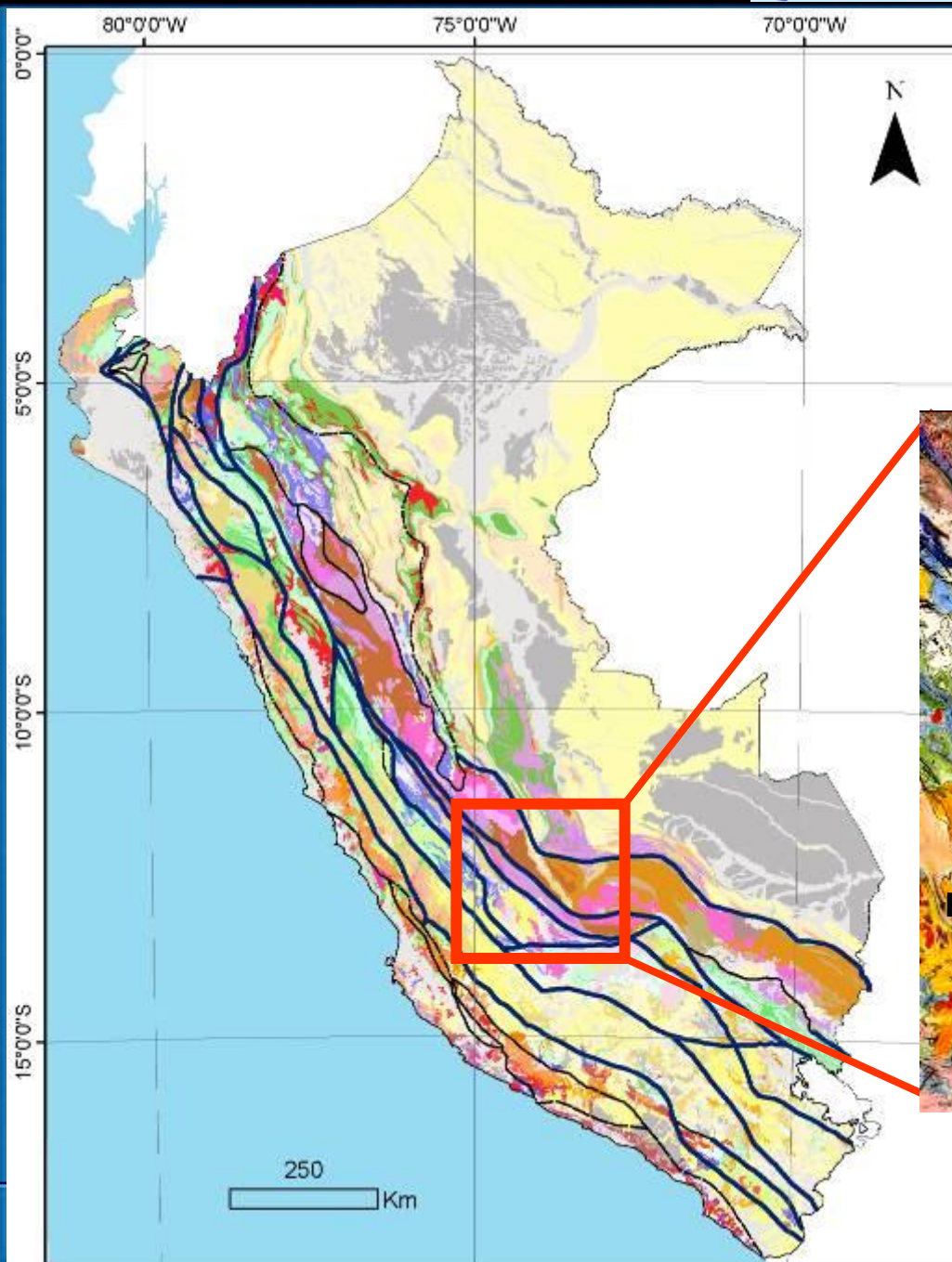


# Estrategia de Trabajar por Unidades Geotectónicas

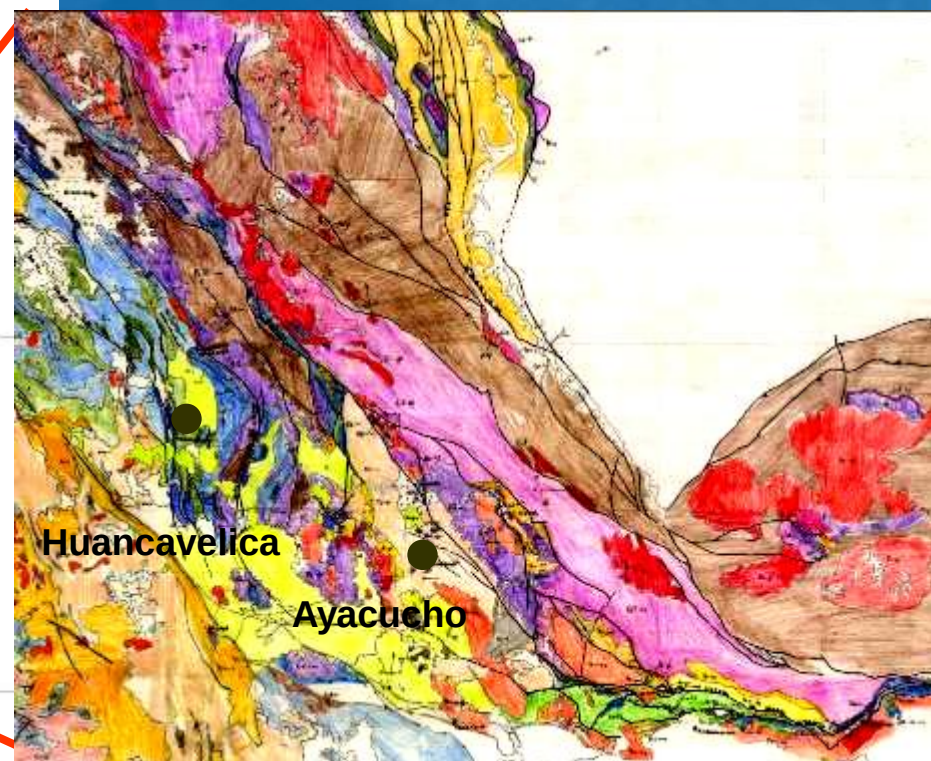




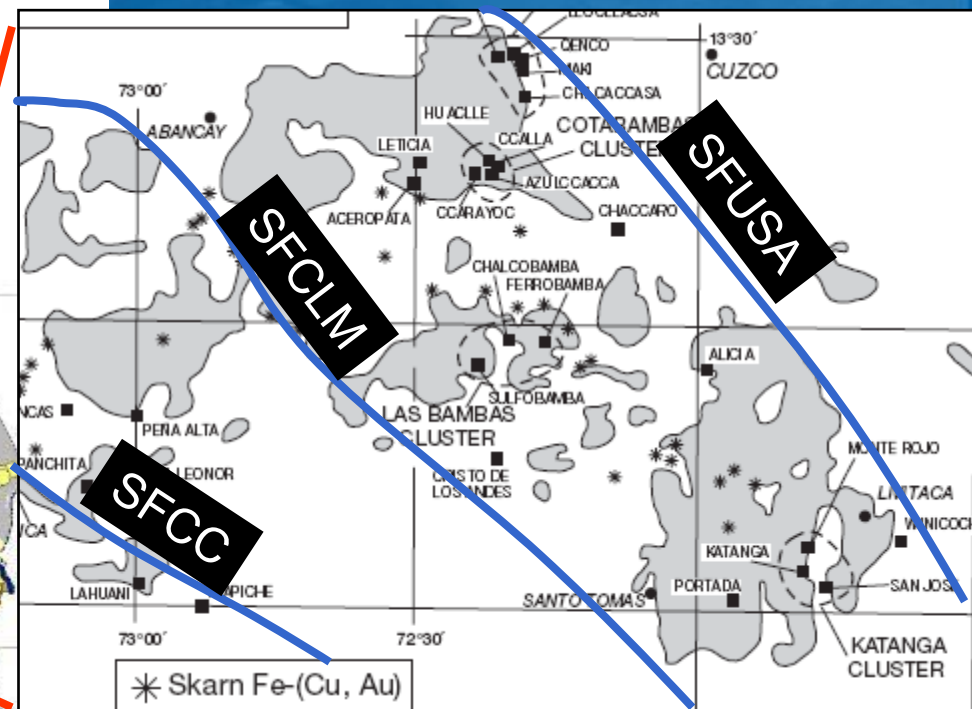




# SISTEMAS DE FALLAS REGIONALES

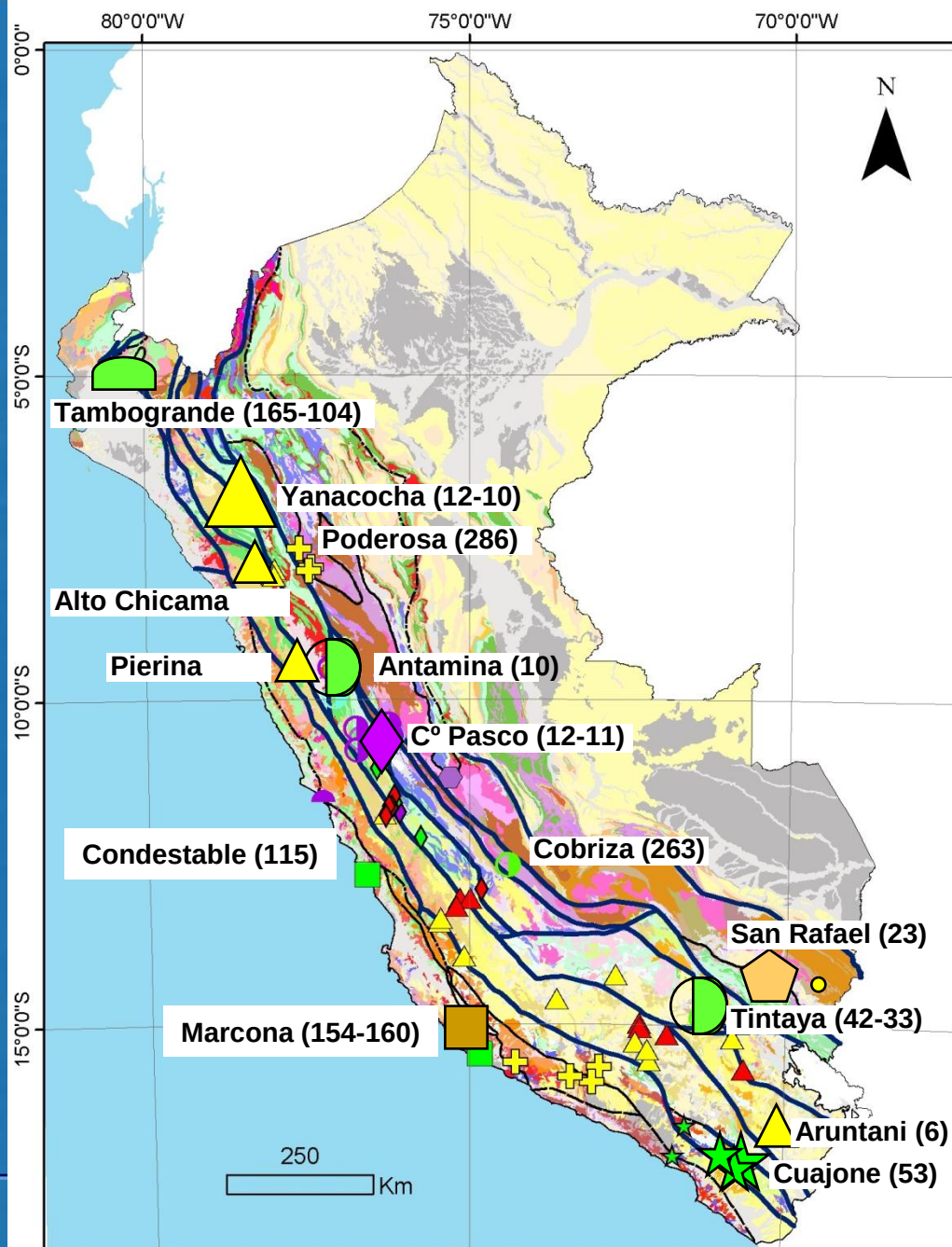






Referencias: Carlotto (1998),  
Perelló et al. (2003)

# CLASIFICACIÓN DE YACIMIENTOS METÁLICOS



## TIPOS DE YACIMIENTOS

- ◇ Cordillerano
- △ Epitermal
- ⬡ Greisen
- IOCG
- ⬡ MVT
- ⊕ Mesotermal
- ☆ Pórfido
- ◐ Skarn
- ◑ SMV

## Metales

- Au
- Ag
- Cu
- Zn
- Pb
- Fe
- Sn
- W
- Mo



# EVALUACIONES DE CAMPO





# CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA

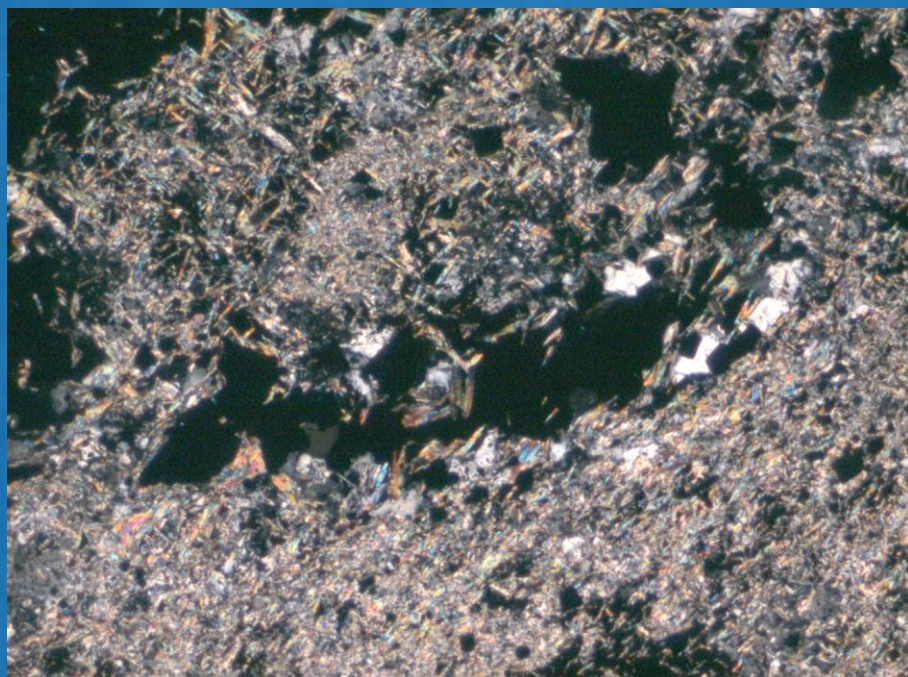


**Textura Coloforme**

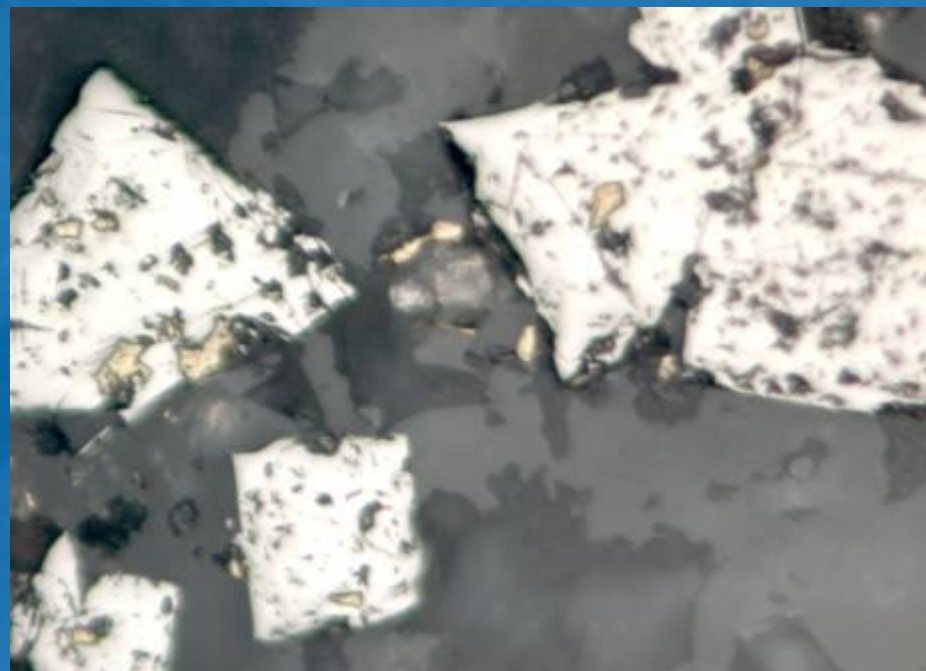


**Textura Crustiforme**

# ESTUDIOS PETRO-MINERAGRÁFICOS



**L. Transmitida**



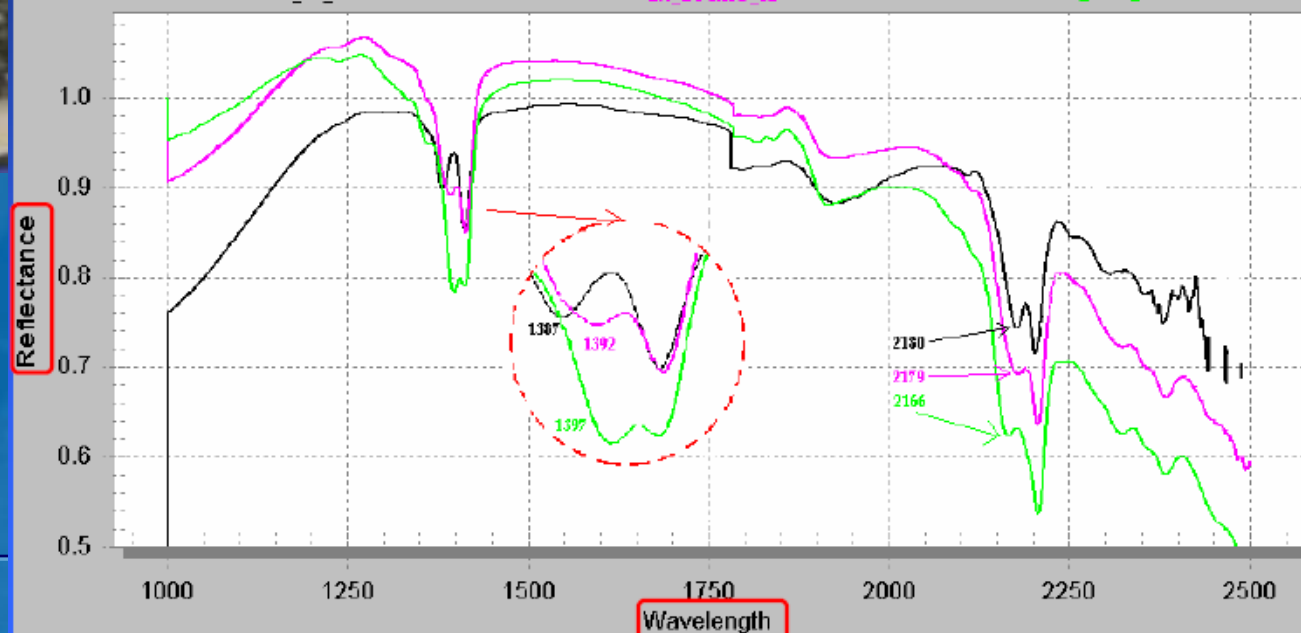
**L. Reflejada**



# PORTABLE INFRARED MINERAL ANALYZER

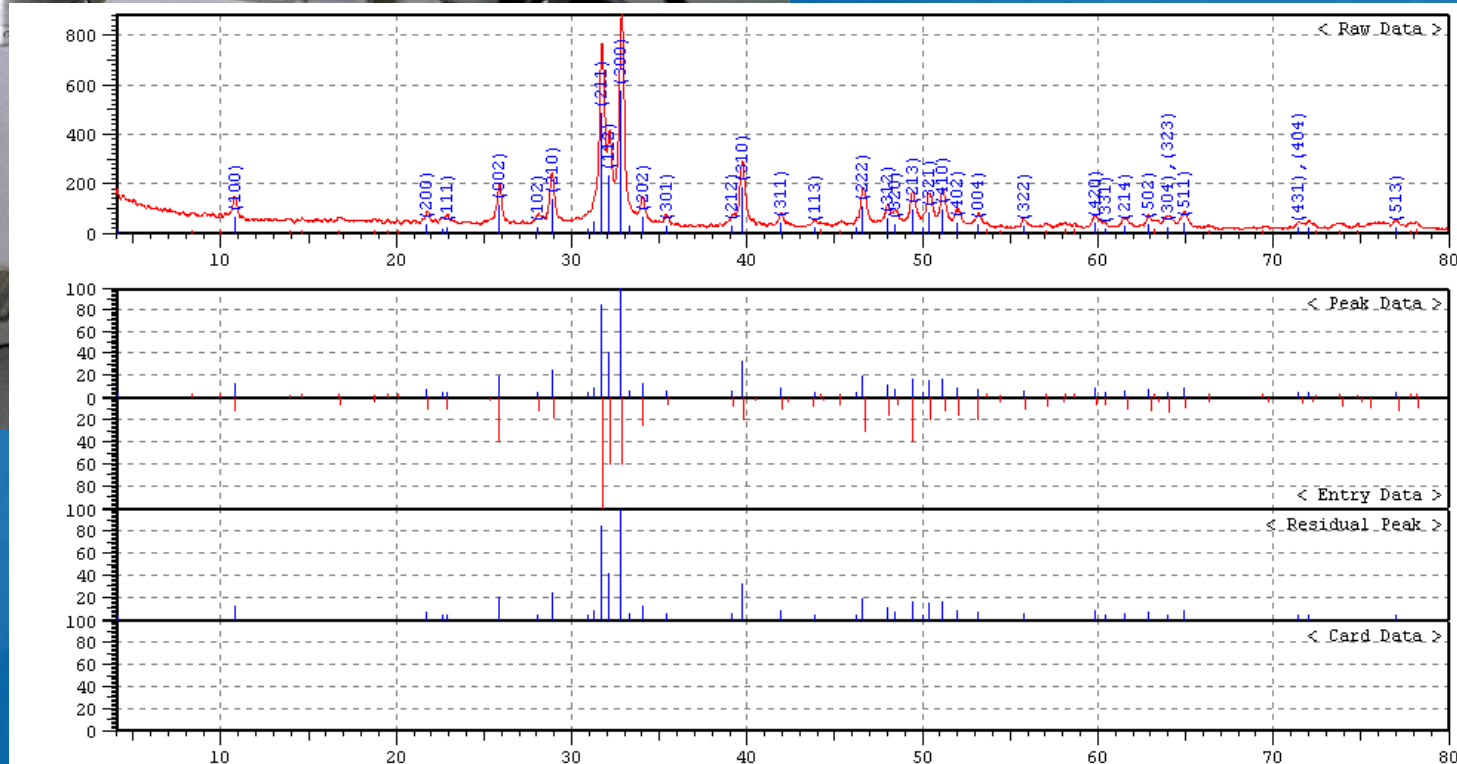
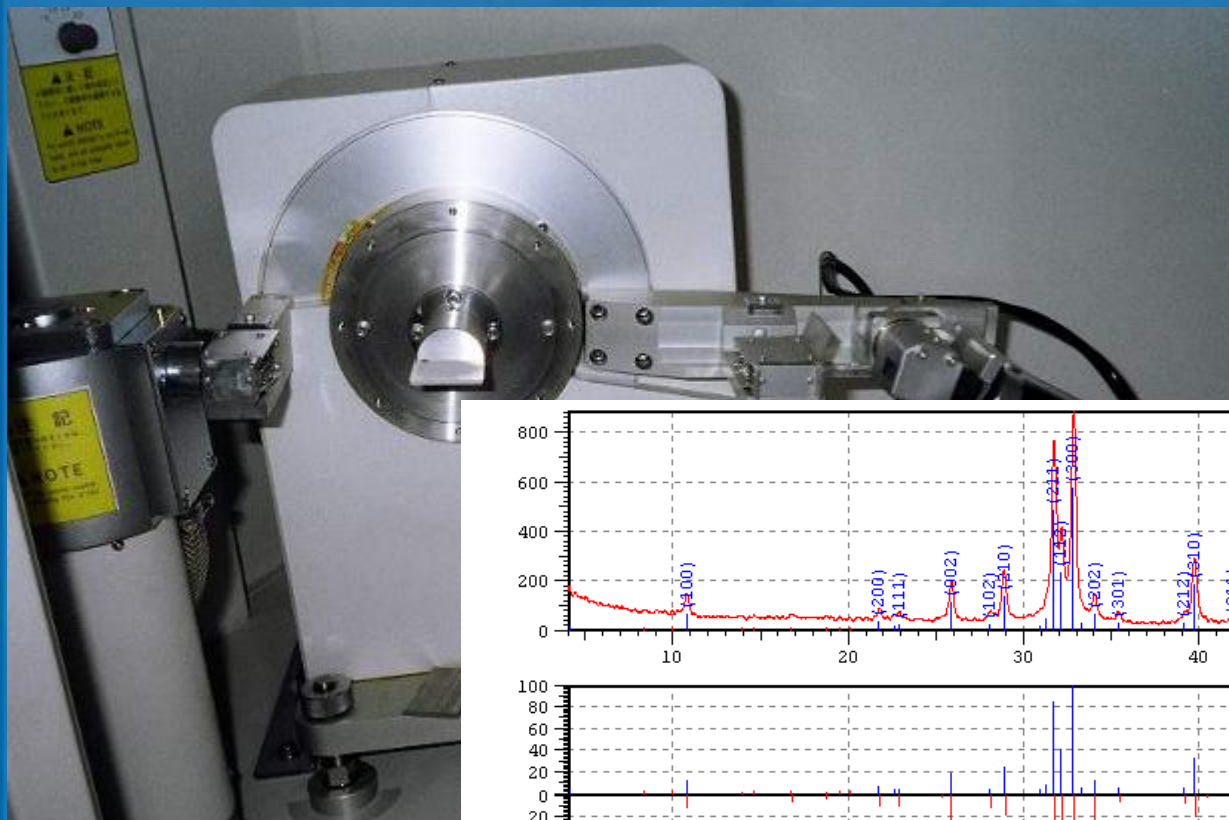
**TABLA 1 POSICIONES DE LOS RASGOS DE ABSORCION E INTENSIDADES RELATIVAS (LONG. DE ONDA)**

| MINERAL   | 1,3         | 1,4        | 1,5 | 1,6 | 1,7         | 1,8 | 1,9 | 2,0          | 2,1        | 2,2           | 2,3 | 2,4 |
|-----------|-------------|------------|-----|-----|-------------|-----|-----|--------------|------------|---------------|-----|-----|
| DICKITE   | 1.378-.386  | 1.414-.418 |     |     | 1.798-1.836 |     |     |              | 2.18-2.186 | 2.206-2.214   |     |     |
| KAOLINITE | 1.392-1.402 | 1.414-.418 |     |     |             |     |     |              | 2.16-2.169 | 2.206 - 2.214 |     |     |
|           | EX_DI_01    |            |     |     |             |     |     | EX_DI-KAO_01 |            | EX_KAO_01     |     |     |

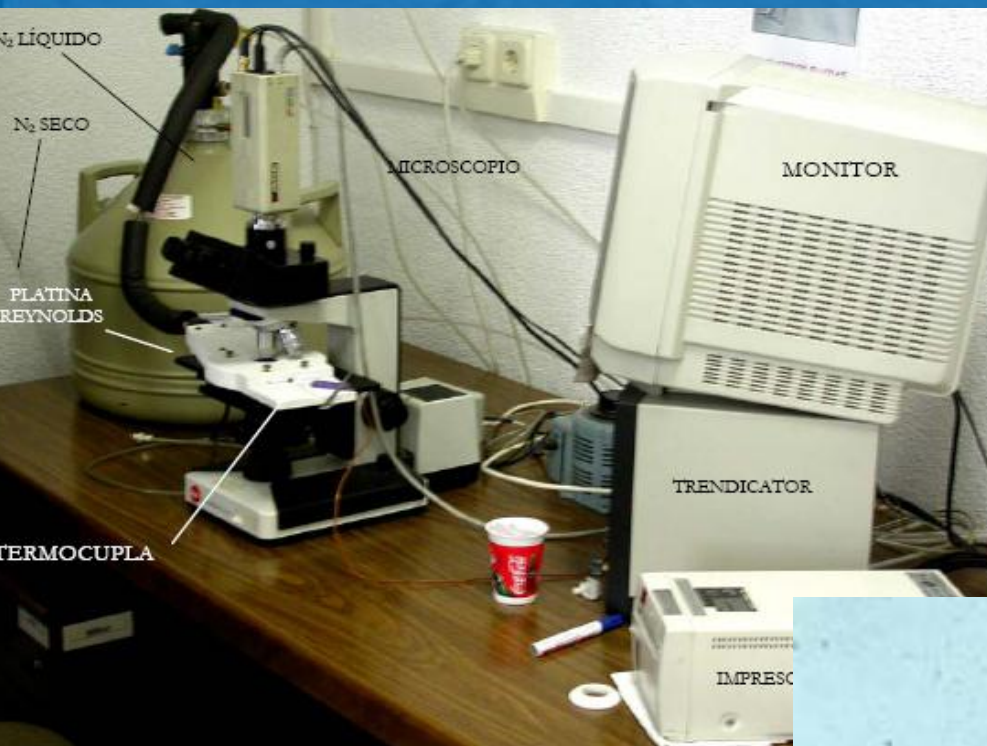




# DIFRACCIÓN RX



| No | Card    | Chemical Formula                                                         | Chemical Name              | Mineral Name     | L            | d     | I     | R     | Dx   | WT% | S.G.  |
|----|---------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------|--------------|-------|-------|-------|------|-----|-------|
| 1: | 9-0432  | Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH)                     | Calcium Phosphate Hydroxid | Hydroxylapatite  | 0.589(33/56) | 0.790 | 0.658 | 0.306 | 3.15 |     | P63/m |
| 2: | 21-0145 | Ca <sub>10</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>5</sub> CO <sub>3</sub> (OH)F   | Calcium Carbonate Phosphat | Carbonate-hydrox | 0.950(19/20) | 0.791 | 0.850 | 0.639 | 3.06 |     | P63/m |
| 3: | 14-0139 | (Al,Fe) <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ,VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (O | Aluminum Iron Vanadium Oxi | Gutsevichite [NR | 0.800( 4/ 5) | 0.557 | 0.872 | 0.389 |      |     |       |
| 4: | 25-0166 | Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH,Cl,F)                | Calcium Chloride Fluoride  | Hydroxylapatite  | 0.853(29/34) | 0.731 | 0.621 | 0.387 | 3.12 |     | P63/m |
| 5: | 35-0506 | Ca <sub>2</sub> Na <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH)     | Sodium Calcium Sulfate Hyd | Cassinite        | 0.718(28/39) | 0.921 | 0.516 | 0.341 | 2.83 |     | P63/m |



# MICROTERMOMETRÍA DE INCLUSIONES FLUIDAS





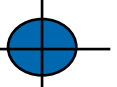
# NUEVOS DESCUBRIMIENTOS

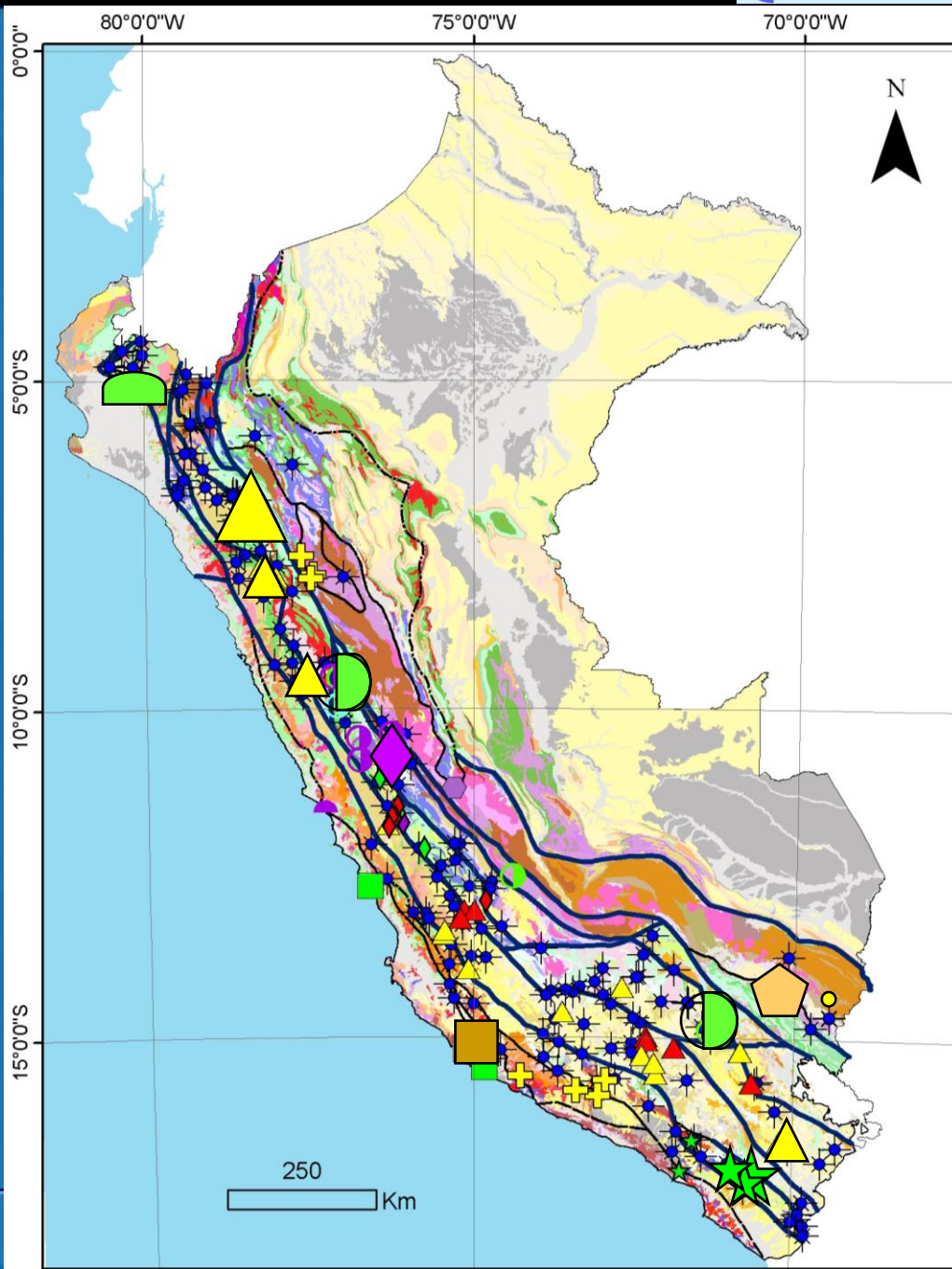
## TIPOS DE YACIMIENTOS

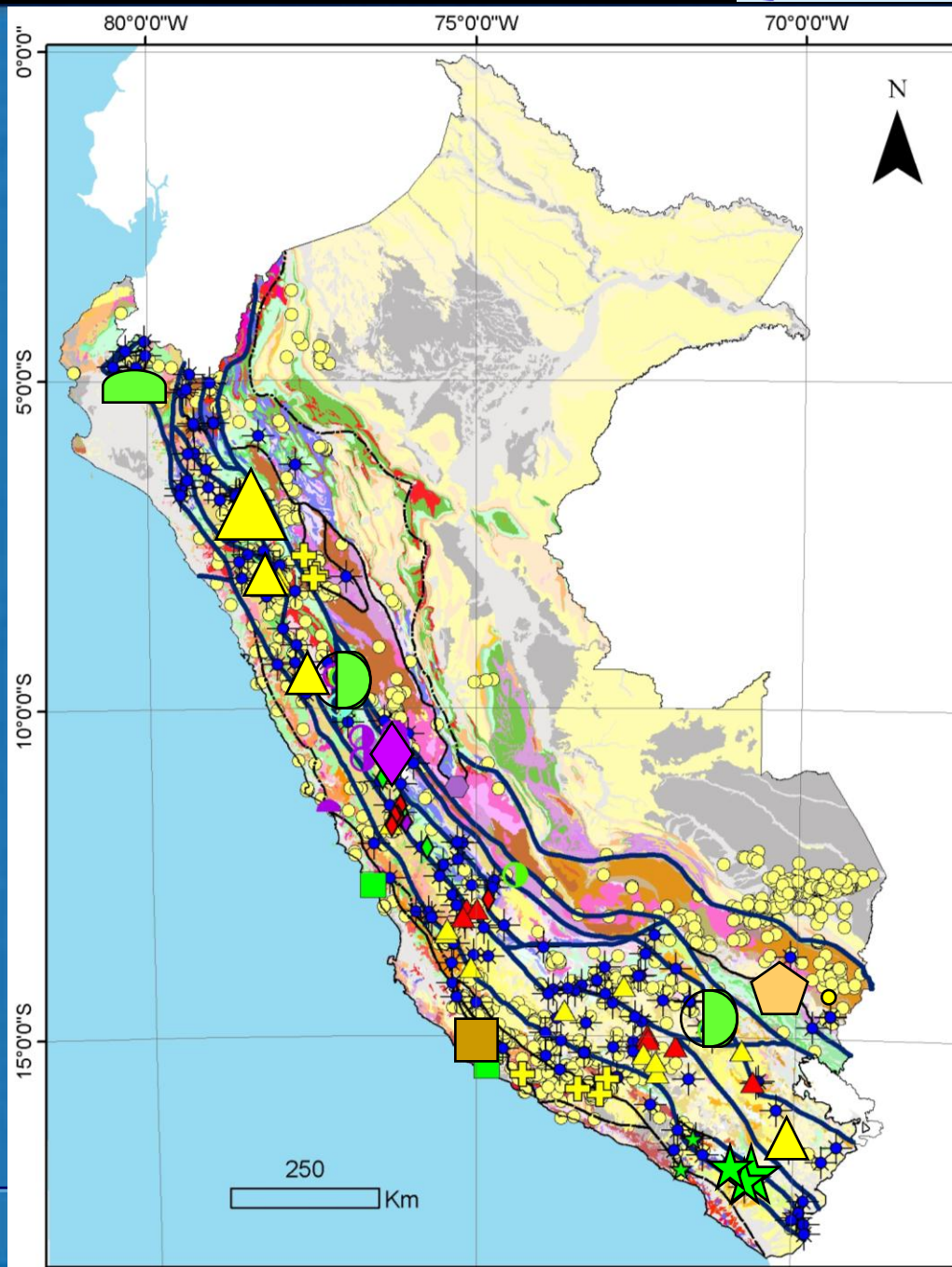
-  Cordillerano
-  Epitermal
-  Greisen
-  IOCG
-  MVT
-  Mesotermal
-  Pórfido
-  Skarn
-  SMV

## Metales

-  Au
-  Ag
-  Cu
-  Zn
-  Pb
-  Fe
-  Sn
-  W
-  Mo

 **PROYECTOS**





# INVENTARIO RECURSOS MINERALES METÁLICOS (9000)

## TIPOS DE YACIMIENTOS

- ◇ Cordillerano
- △ Epitermal
- ⬡ Greisen
- IOCG
- ⬡ MVT
- ⊕ Mesotermal
- ☆ Pórfido
- ◐ Skarn
- ◑ SMV

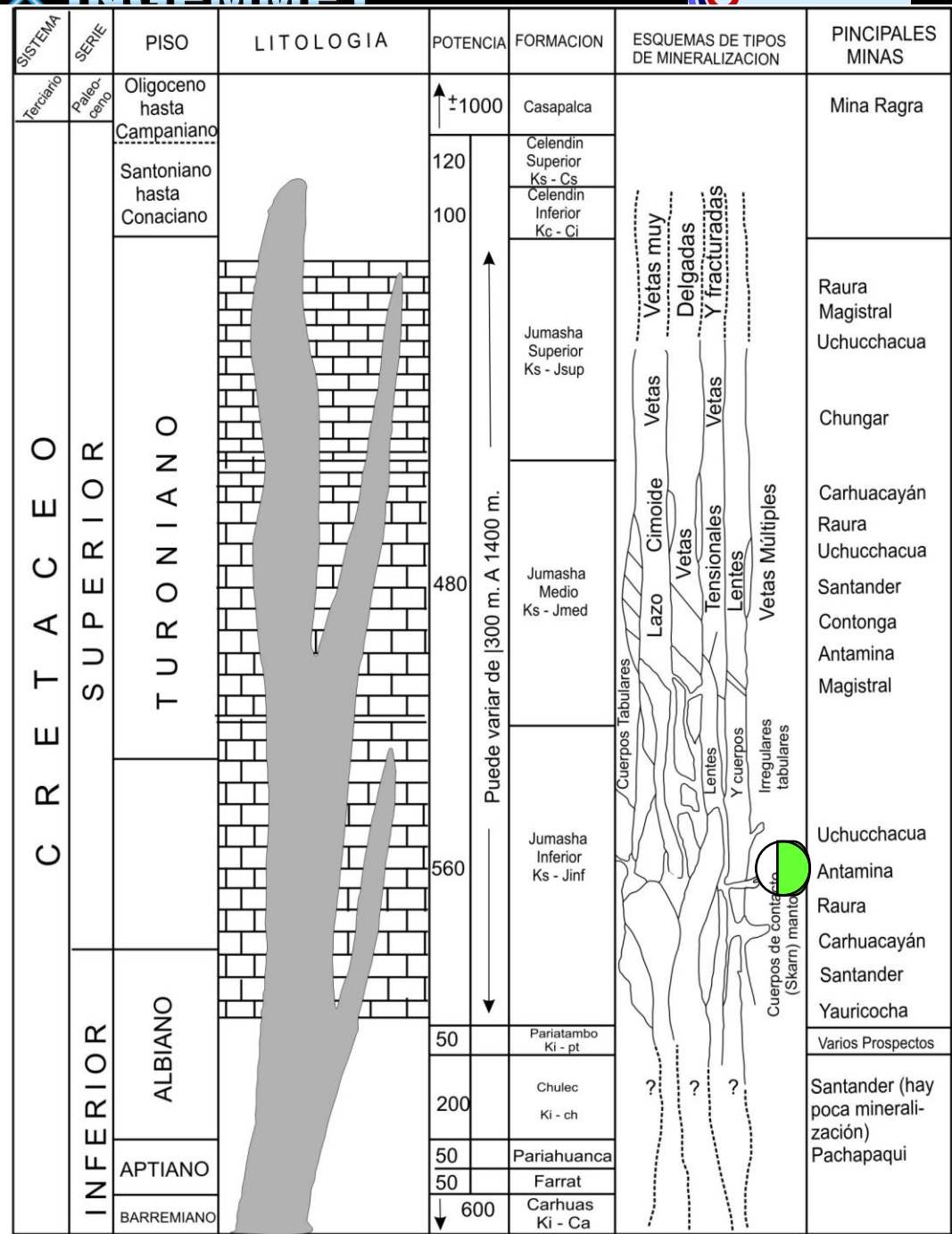
## Metales

- Au
- Ag
- Cu
- Zn
- Pb
- Fe
- Sn
- W
- Mo

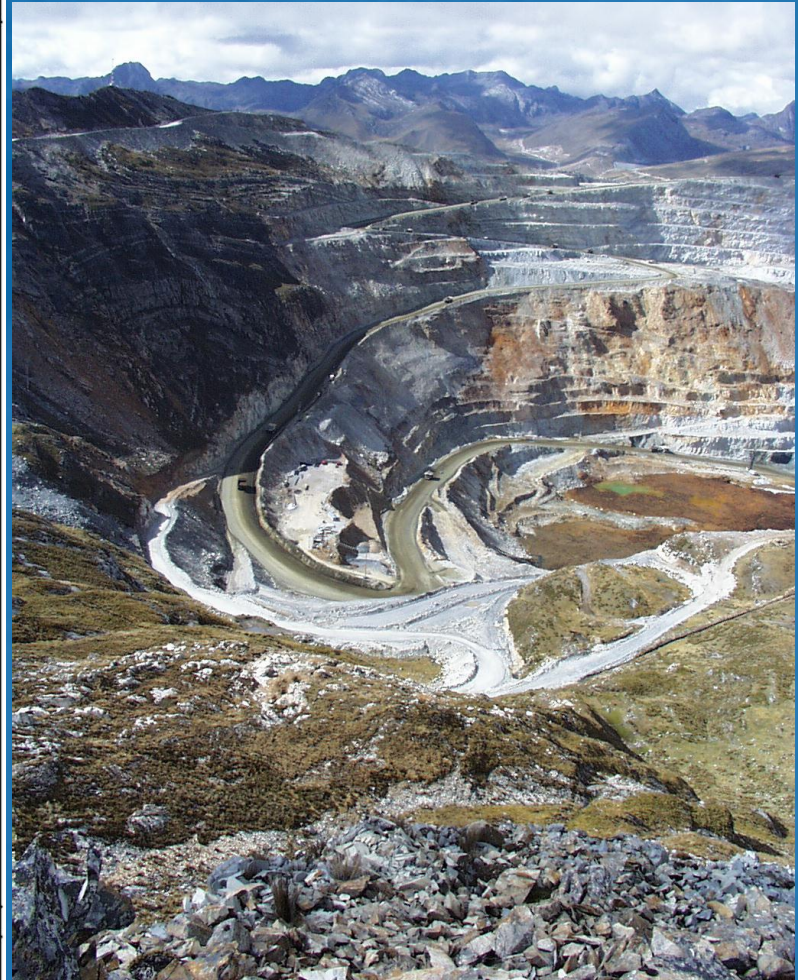
⊕ PROYECTOS

● OCURRENCIAS

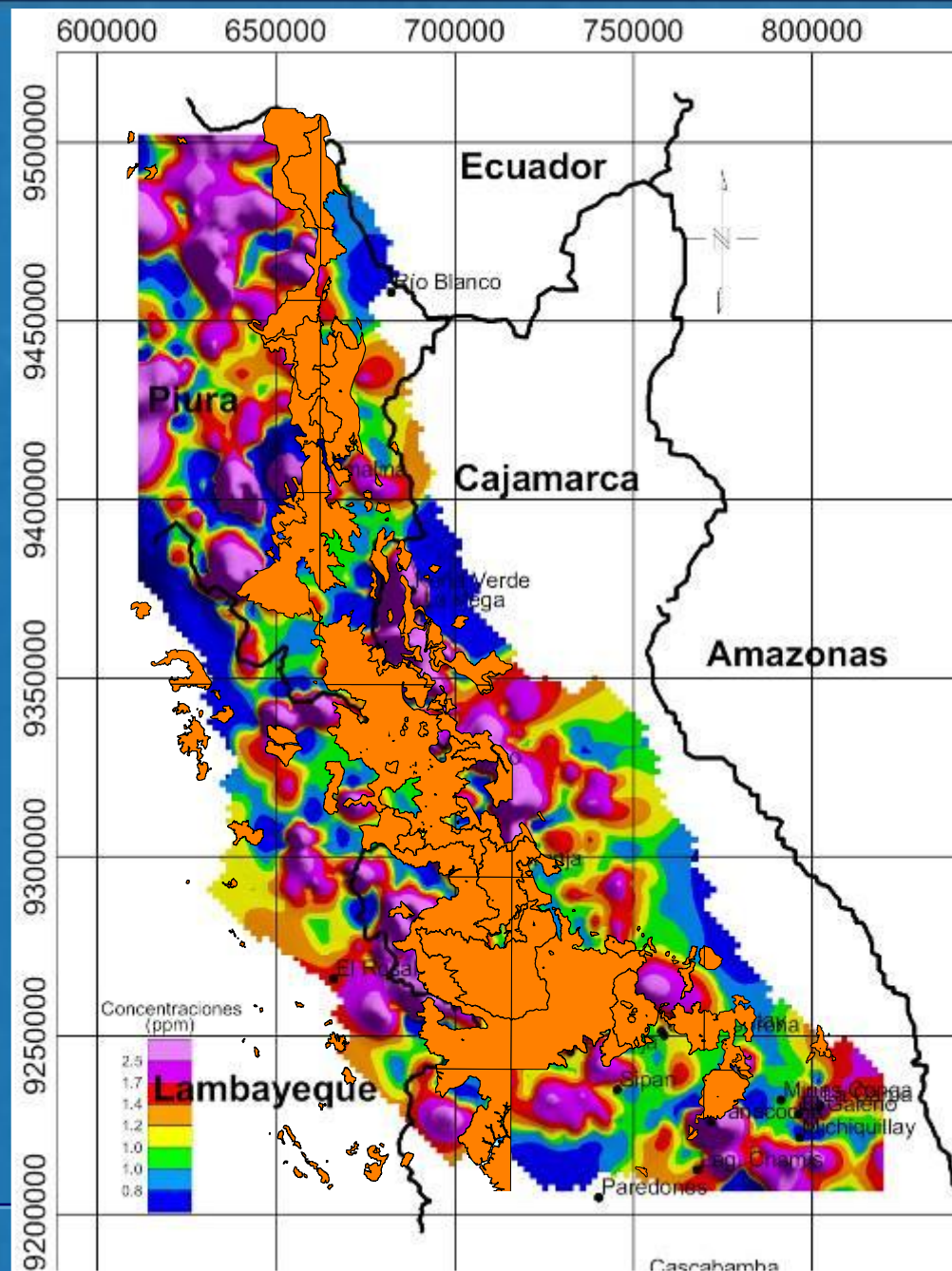




# DETERMINACIÓN DE METALOTECTOS



Referencia: Cobing (1981),  
Tosdal (2006).



**British  
Geological  
Survey**

**BGS International**

*INTERNATIONAL  
REGIONAL  
GEOCHEMISTRY*

British Geological Survey

**NORTHERN PERU REGIONAL GEOCHEMICAL  
EXPLORATION SURVEY CD-ROM**

**Version 1.0**

**FEBRUARY 1999**

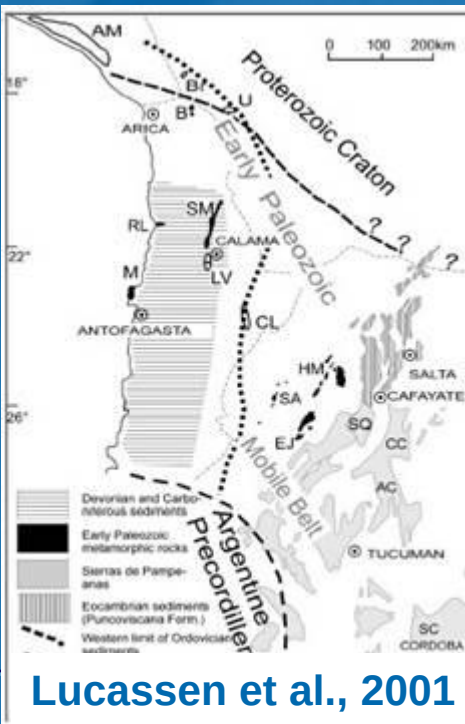
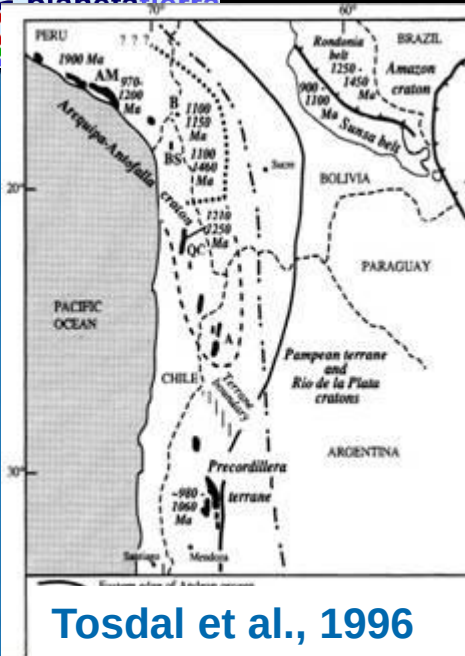
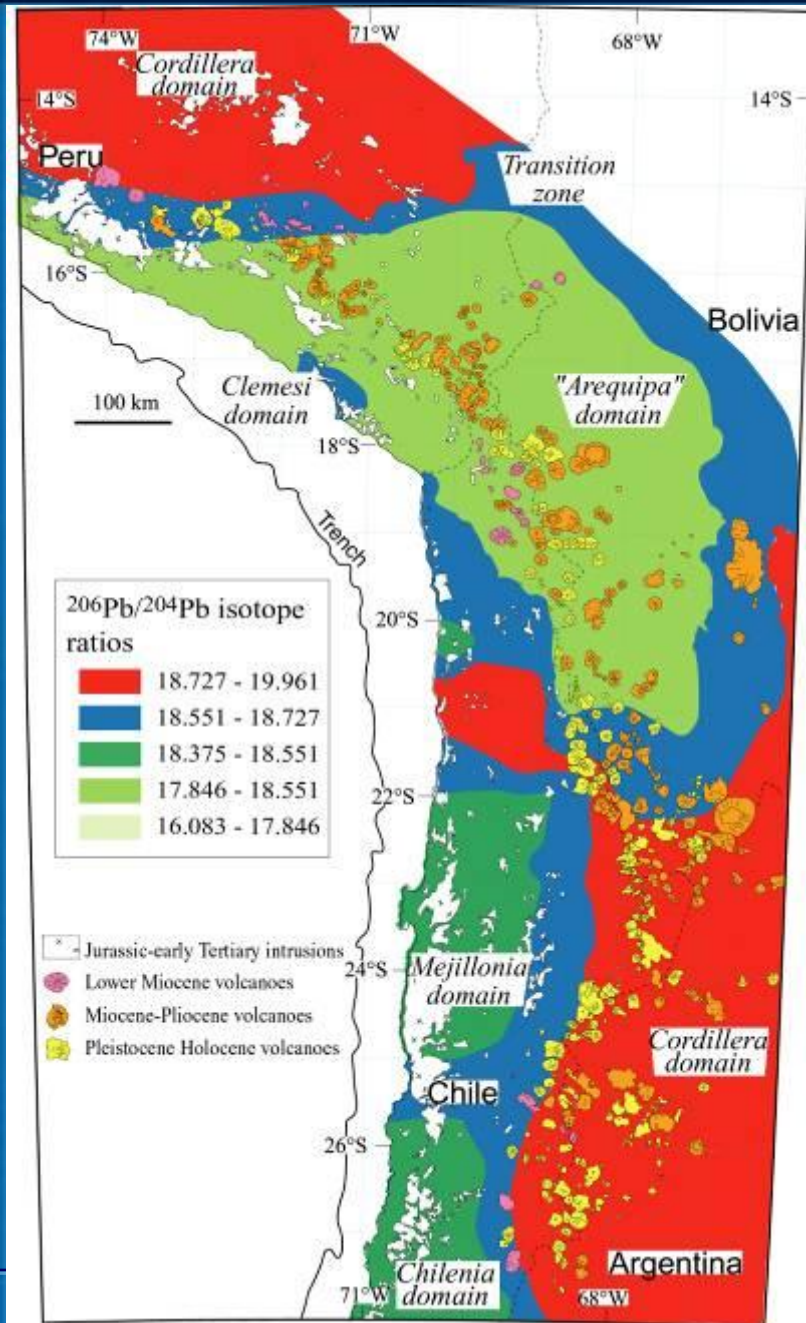
**1254** Muestras de sedimentos de quebradas analizadas por: Cu, Pb, Zn, Mo, As, Bi.

- Delimitación de provincias metalogenéticas del norte del Perú.
- Proponer zonas favorables para la exploración por yacimientos tipo epitermales y pórfidos.

**Mo (ppm)**

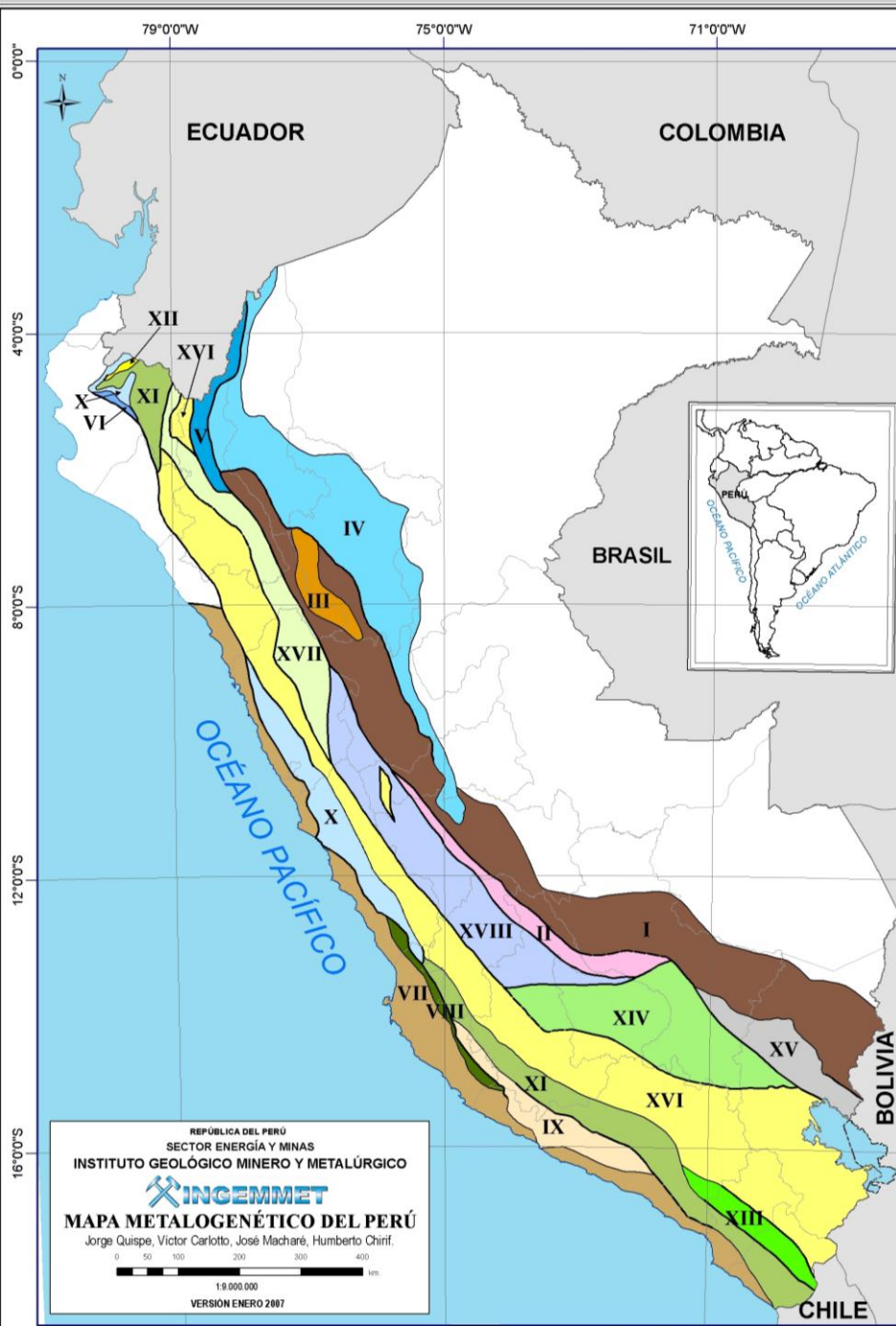


# GEOQUÍMICA ISOTÓPICA



Fuente: Mamani (2006)

# Nuevo Mapa Metalogenético del Perú (ENERO-2007)



## LEYENDA

YACIMIENTOS POLIMETÁLICOS DEL MIOCENO

PÓRFIDOS DE Cu-Mo(Au,W) DEL MIOCENO

EPITERMALES DE Au-Ag DEL OLIGOCENO-PLIOCENO

YACIMIENTOS DE Sn DEL OLIGOCENO-MIOCENO

PÓRFIDOS-SKARNS Cu-Mo (Au) DEL EOCENO-OLIGOCENO

PÓRFIDOS DE Cu-Mo DEL PALEOCENO-EOCENO

EPITERMALES DE Au-Ag DEL CRETÁCICO SUPERIOR

PÓRFIDOS DE COBRE Cu-Mo DEL CRETÁCICO SUPERIOR

SULFUROS MASIVOS VOLCANOGENÍCOS DE Pb-Zn-Cu DEL CRETÁCICO SUPERIOR

MESOTERMALES DE Au-Pb-Zn-Cu DEL CRETÁCICO SUPERIOR

PÓRFIDOS Cu-Mo DEL CRETÁCICO INFERIOR

YACIMIENTOS DE Cu-Fe-Au DEL JURÁSICO MEDIO-CRETÁCICO INFERIOR

SULFUROS MASIVOS VOLCANOGENÍCOS DE Cu-Zn-Au DEL JURÁSICO-ALBIANO

PÓRFIDOS-SKARNS Cu-Au DEL JURÁSICO SUPERIOR

MISSISSIPPI VALLEY Pb-Zn DEL TRIÁSICO-JURÁSICO

MESOTERMAL DE Au-Pb-Zn DEL CARBONÍFERO-PÉRMICO

SKARNS-MESOTERMALES DE Cu DEL PÉRMICO

Au EN ROCAS METASEDIMENTARIAS DEL ORDOVÍCICO Y SILÚRICO-DEVÓNICO

XVIII

XVII

XVI

XV

XIV

XIII

XII

XI

X

IX

VIII

VII

VI

V

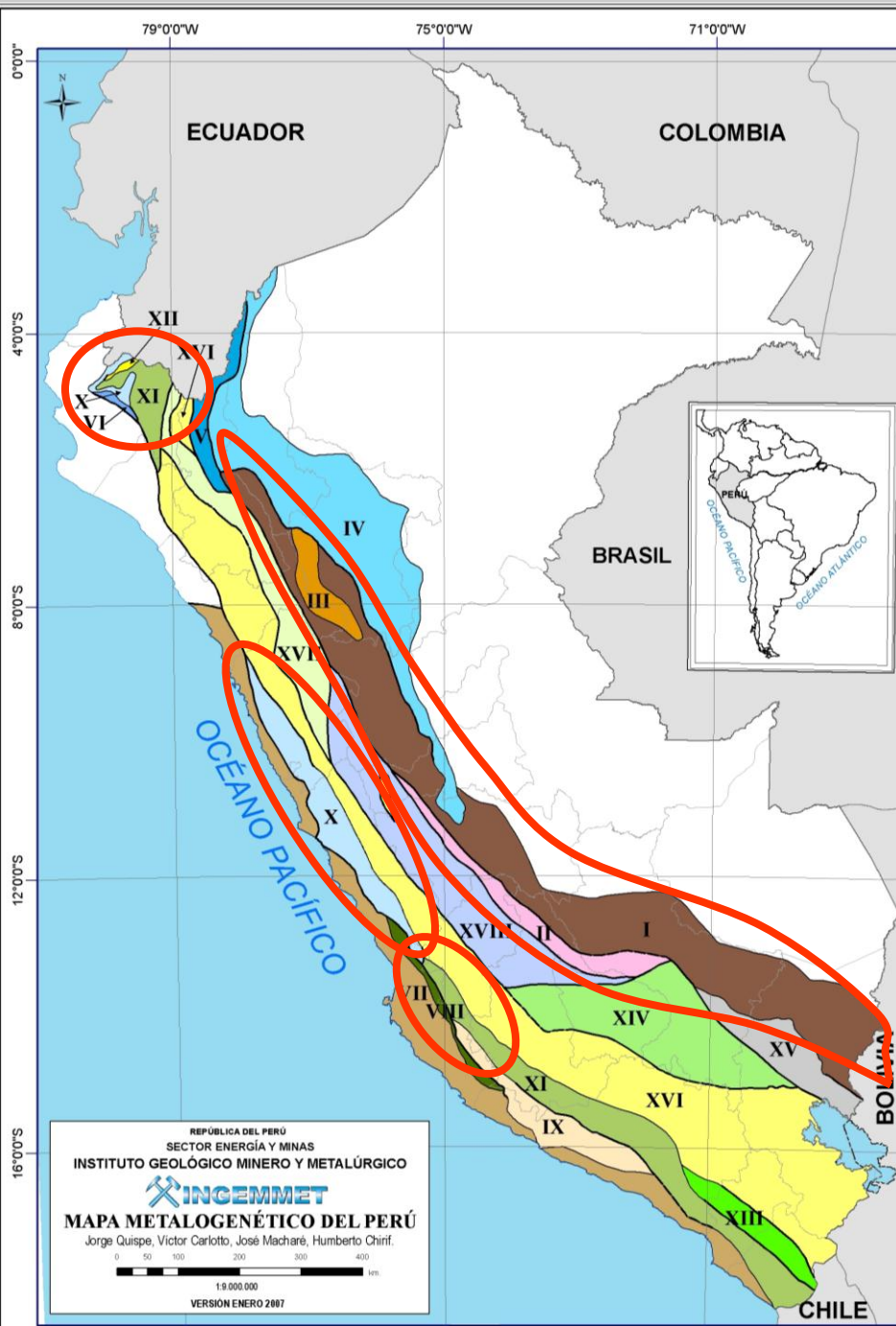
IV

III

II

I





# Nuevo Mapa Metalogenético del Perú (ENERO-2007)

## LEYENDA

YACIMIENTOS POLIMETÁLICOS DEL MIOCENO

PÓRFIDOS DE Cu-Mo(Au,W) DEL MIOCENO

EPITERMALES DE Au-Ag DEL OLIGOCENO-PLIOCENO

YACIMIENTOS DE Sn DEL OLIGOCENO-MIOCENO

PÓRFIDOS-SKARNS Cu-Mo (Au) DEL EOCENO-OLIGOCENO

PÓRFIDOS DE Cu-Mo DEL PALEOCENO-EOCENO

EPITERMALES DE Au-Ag DEL CRETÁCICO SUPERIOR

PÓRFIDOS DE COBRE Cu-Mo DEL CRETÁCICO SUPERIOR

SULFUROS MASIVOS VOLCANOGENÍCOS DE Pb-Zn-Cu DEL CRETÁCICO SUPERIOR

MESOTERMALES DE Au-Pb-Zn-Cu DEL CRETÁCICO SUPERIOR

PÓRFIDOS Cu-Mo DEL CRETÁCICO INFERIOR

YACIMIENTOS DE Cu-Fe-Au DEL JURÁSICO MEDIO-CRETÁCICO INFERIOR

SULFUROS MASIVOS VOLCANOGENÍCOS DE Cu-Zn-Au DEL JURÁSICO-ALBIANO

PÓRFIDOS-SKARNS Cu-Au DEL JURÁSICO SUPERIOR

MISSISSIPPI VALLEY Pb-Zn DEL TRIÁSICO-JURÁSICO

MESOTERMAL DE Au-Pb-Zn DEL CARBONÍFERO-PÉRMICO

SKARNS-MESOTERMALES DE Cu DEL PÉRMICO

Au EN ROCAS METASEDIMENTARIAS DEL ORDOVÍCICO Y SILÚRICO-DEVÓNICO

XVIII

XVII

XVI

XV

XIV

XIII

XII

XI

X

IX

VIII

VII

VI

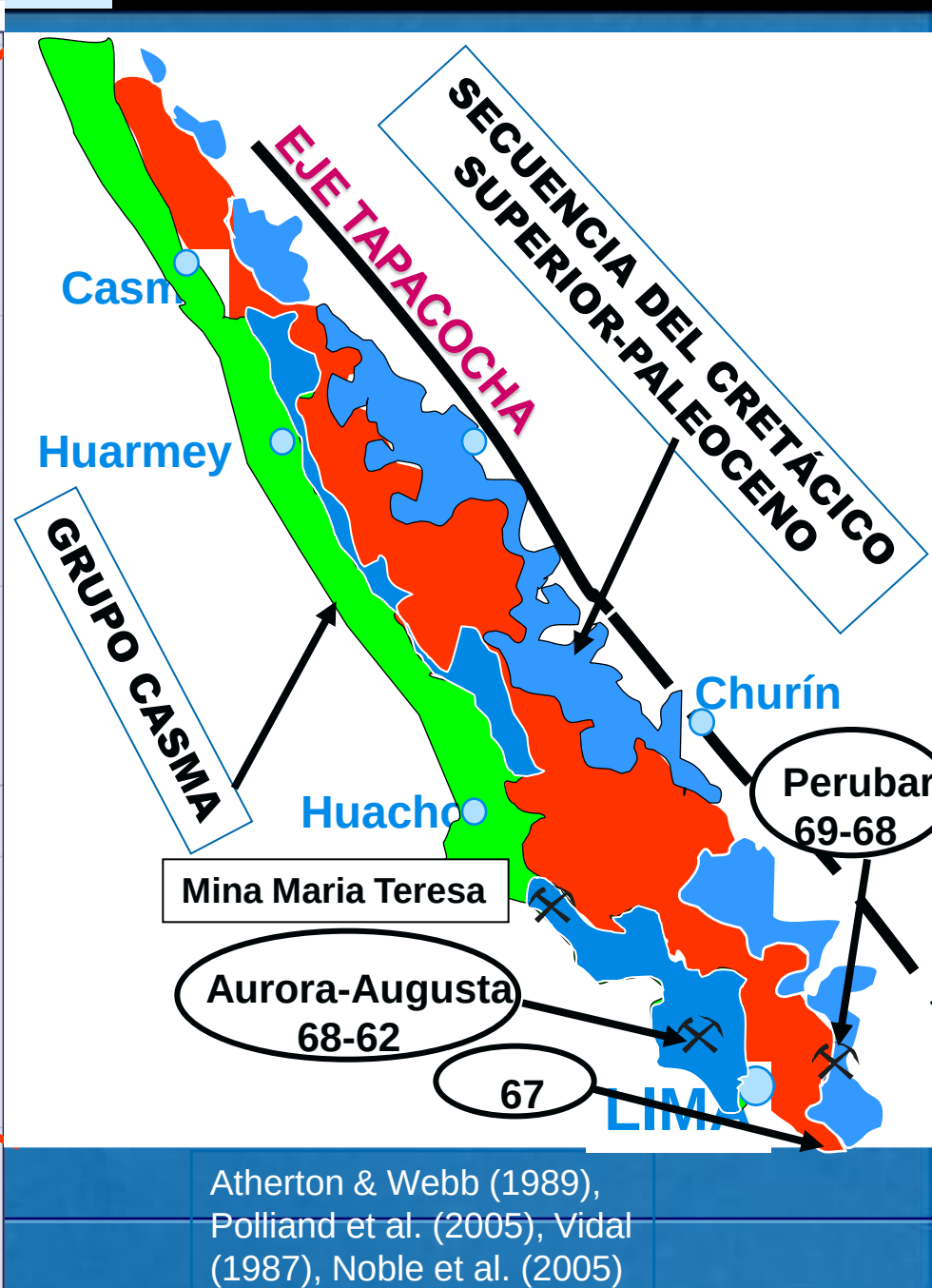
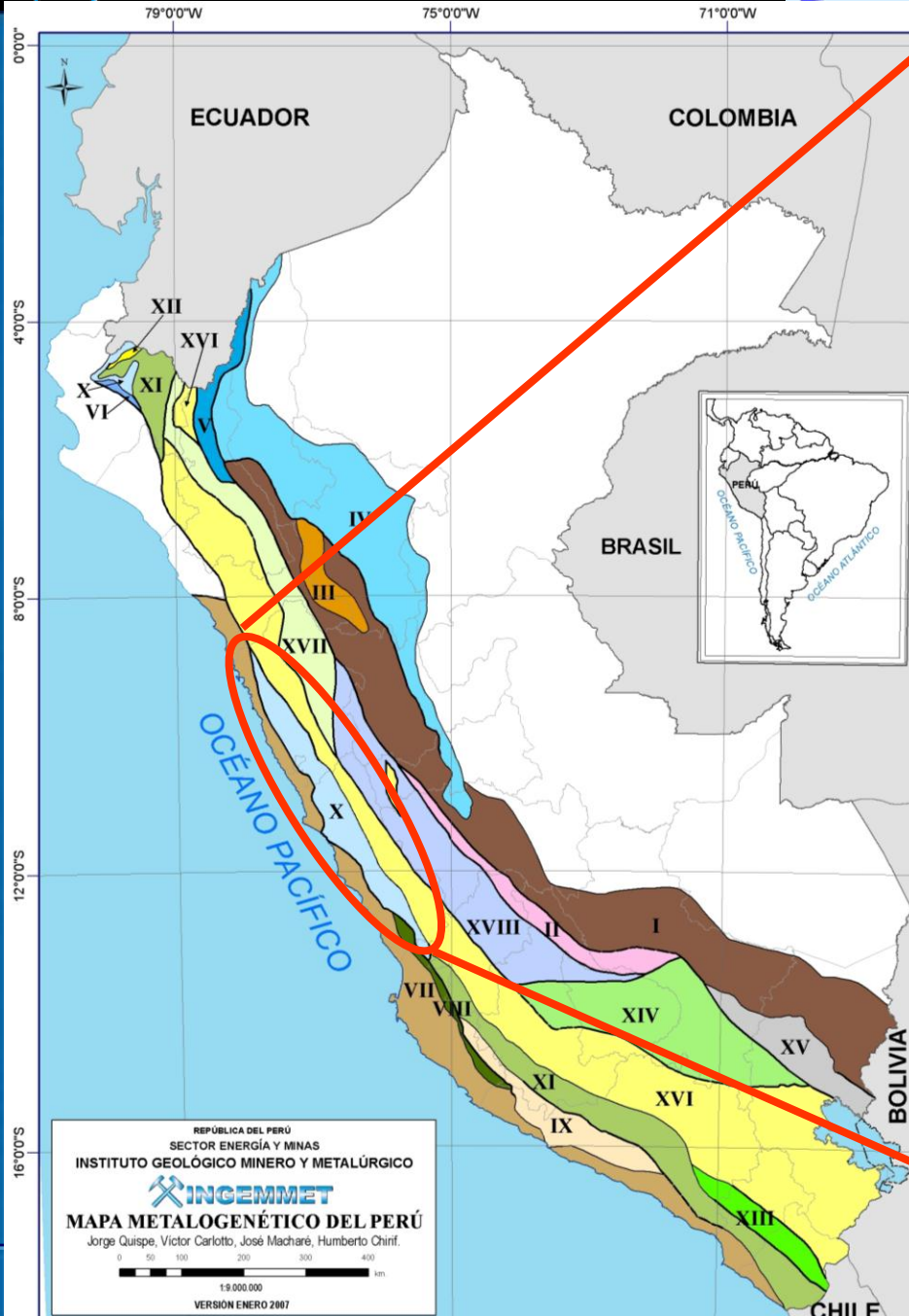
V

IV

III

II

I





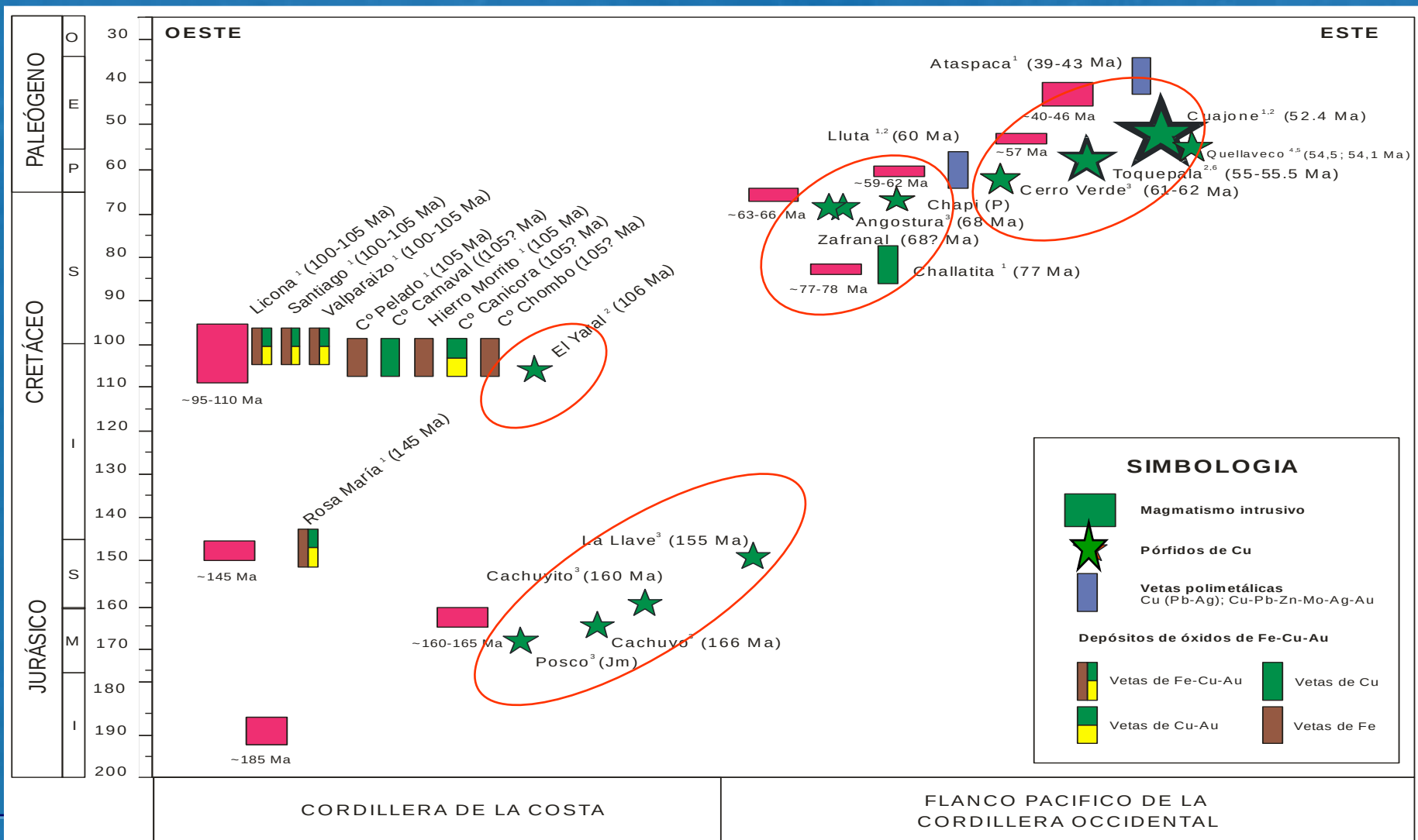
# APLICACIONES PARA LA EXPLORACIÓN DE YACIMIENTOS METÁLICOS

# METALOGENIA DEL SUR DEL PERÚ

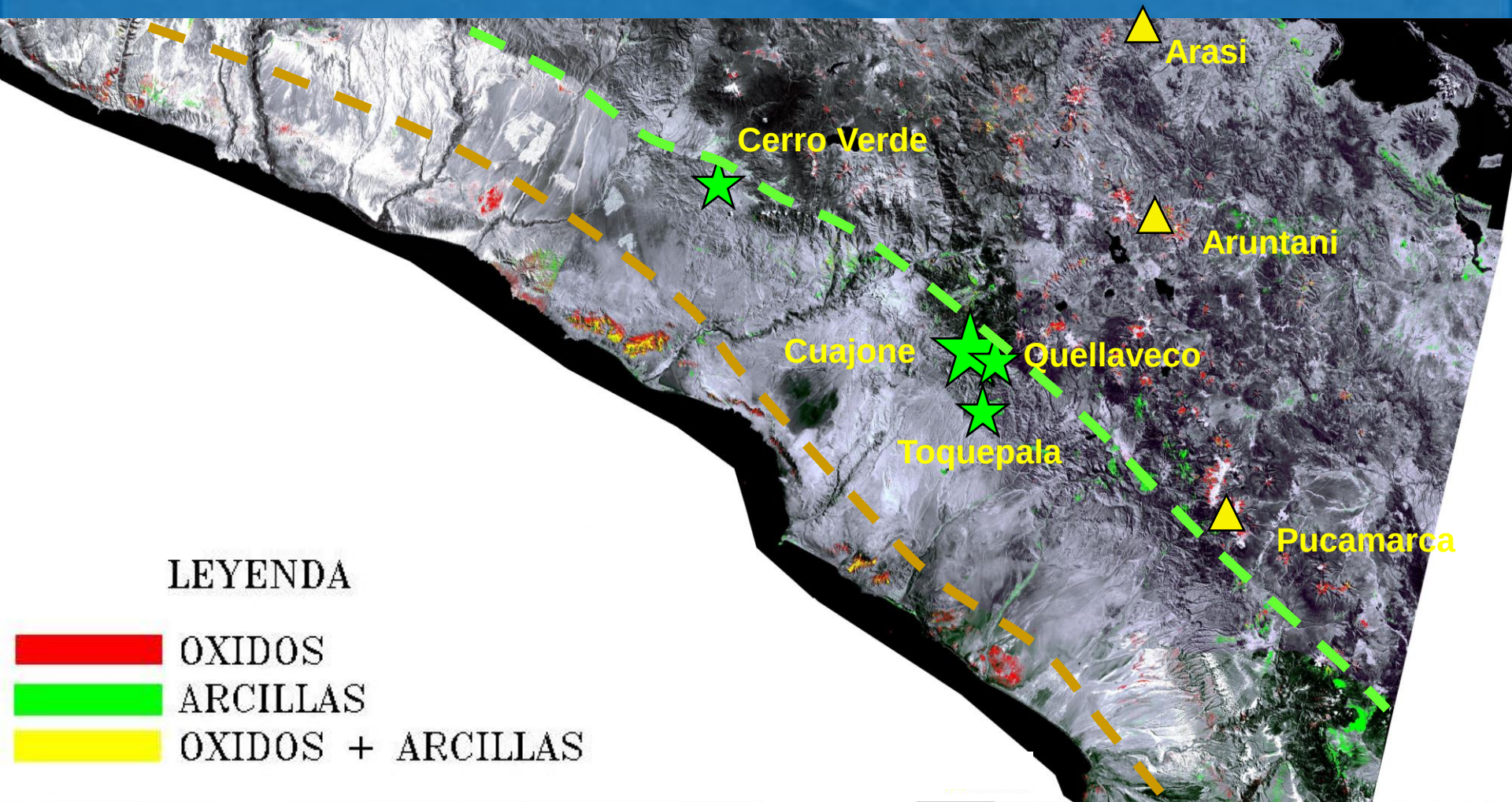




# RELACIÓN ESPACIO-TIEMPO ENTRE LOS YACIMIENTOS Y MAGMATISMO JURÁSICO-CENOZOICO



# ANOMALÍAS ESPECTRALES IMÁGENES DE SATÉLITE





# Nuevo Mapa Metalogenético del Perú

Visión de la distribución espacial y temporal de los diversos yacimientos metálicos

Definir áreas de interés económico

Orientar adecuadamente las exploraciones

Reevaluar zonas que anteriormente no eran consideradas como favorables para algunos metales.

